

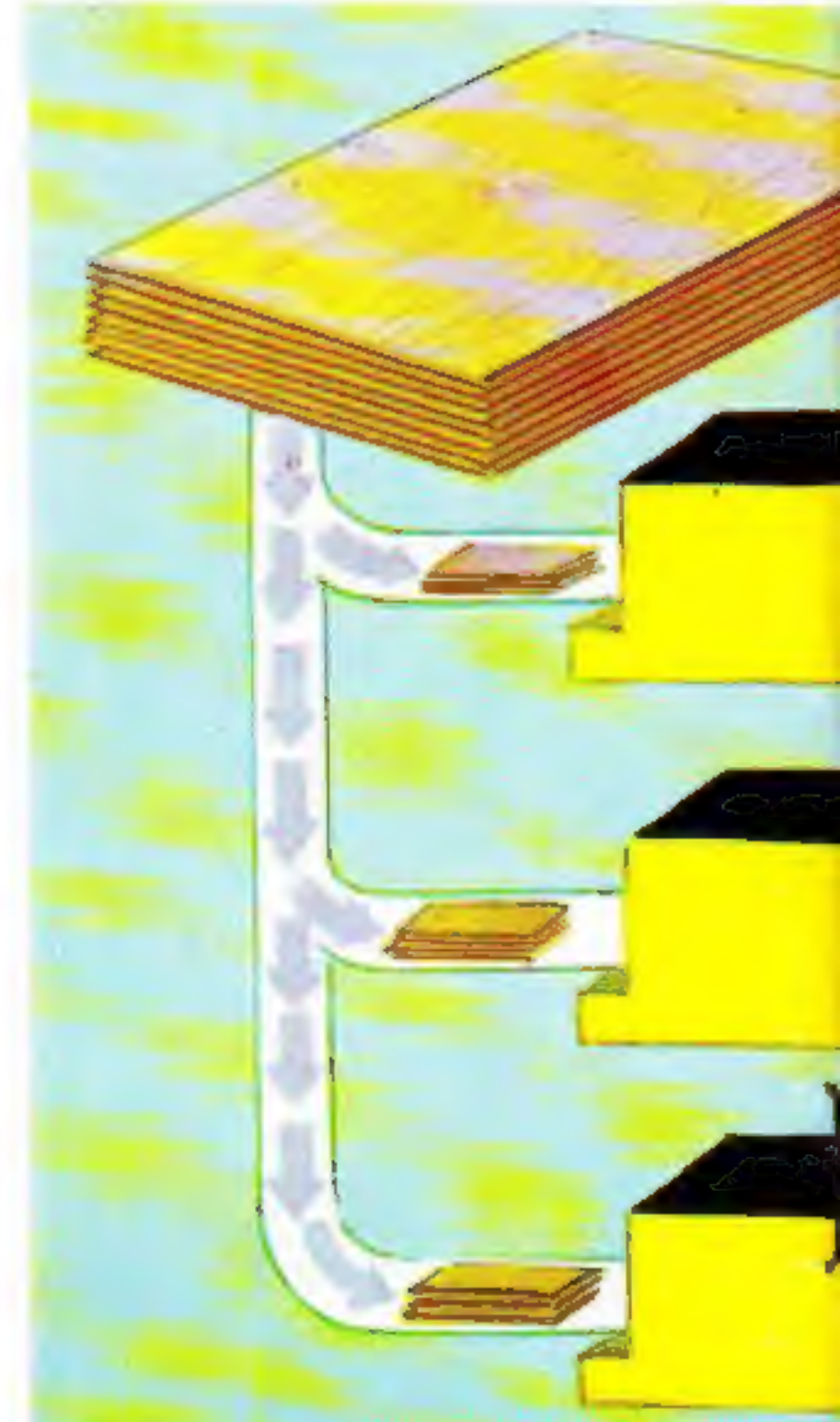
# سلسلة من كل علم خبر الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

(١٤)



- بطارية "فولتا"
- عيّنات الثّقاب
- السكّة الحديدية والقاطرة البخارية



مكتشورات مكتبة سكمير

شارع عمرو - بيروت

تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions  
F. Lot  
Librairie Hachette





لَقَتْ اختراع «فُلطا» انتباه بوناپرت ، فاستدعاه القنصل الأول الى باريس ، الى «قصر التويلري» ، عام ١٨٠١ ، حيث طلب منه أن يشغل بطاريته ، أمام لجنة علمية ، مؤلفة من بعض أعضاء المعهد .

## بطارية "فولتا" ، جمة بطاريتنا الجافة

قيل عن «غلفاني» ، «إنه قد علّم الضفادع الرقص» ؛ لأنه عمل ، سحابة سنوات ، وخلال عشرات التجارب المختلفة ، على ترقيص أفخاذ الضفادع المشرحة ، عندما كان يلمسها بمعادن متنوعة . أثارت

إنتفاضات أفخاذ الضفادع تلك ، إهتمام علماء الفيزياء في أيامه ، كما أثارت نقاشاً<sup>(١)</sup> علمياً حاداً : ألا تكون هناك «كهرباء حيوانية» ، خاصة بالكائنات الحية ، شبيهة بالسائب<sup>(٢)</sup> العصبي ، مختلفة



في نوعها عن الكهرباء التي تظهر في أثناء العواصف ، وعن تلك التي كان بالإمكان إنتاجها بالحيلة ؟ أمّا « غلفاني » ، فقد كان مقتنعاً بذلك ، الاقتناع كله .

كان مُواطنه ، « أَلِسَنْدُرُو فُلْطَا ( ١٧٤٥ - ١٨٢٧ ) » مخترعاً شهيراً يدين <sup>(٣)</sup> له العلمُ بعددٍ من الأجهزة العلمية المدهشة . ولذا ، فقد عكف <sup>(٤)</sup> على ملاحظات زميله « غلفاني » ، يفكرُ ويبحث ، وفي اعتقاده أنّ « الكهرباء الغلفانية » لا تختلف البتّة عن الكهرباء « العادية » . فقادته إحدى تجاربه العظيمة إلى أن يُلاحظ أنّ الكهرباء يمكن أن تظهر ، بمجرد تلامس معدنين مختلفين ، كالنحاس والزنك والفضة والذهب . كما لاحظ أنّ تلامس ناقلين مختلفين ، « ناقل جاف » و « ناقل رطب » ، يحدث انسياب السائب الكهربائي ، أو جريانه .

كانت ظاهرة غلفاني إذاً مستقلة تماماً الاستقلال عن ضفدعته : وما كانت الضفدعة غير واسطة لُبُروز هذه الظاهرة . لم تكن الكهرباء ناتجة عن الضفدعة بأيّ شكل ، بل كانت ناتجة عن المعادن التي

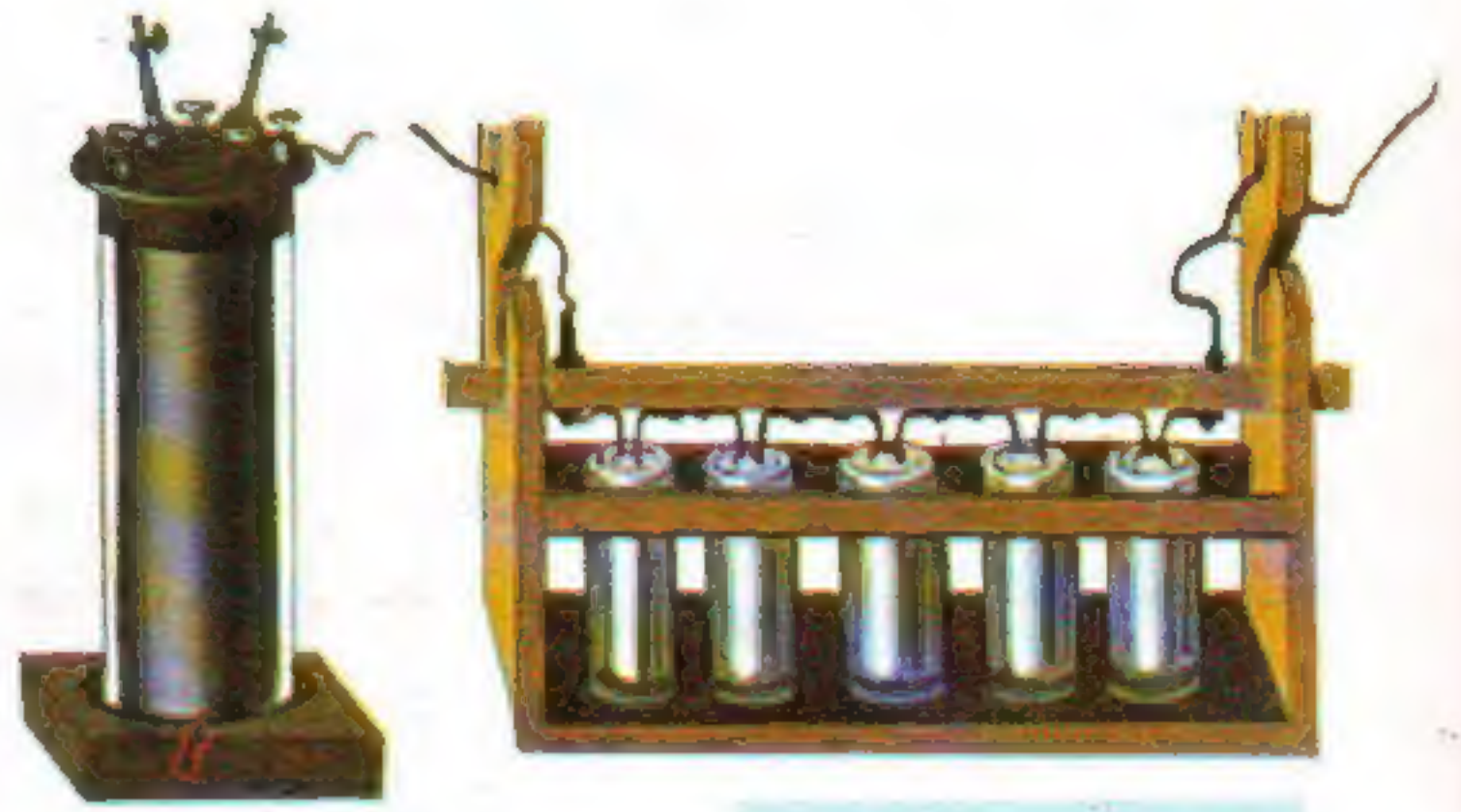
كانت تلامسُ أعصاب الضفدعة . هكذا ساق البحث « فُلْطَا » إلى أن يحقق ، سنة ١٧٩٩ ، جهازاً مؤلفاً من ستّة من الاسطوانات الفضيّة والزنكيّة المتحالفة ، والمجموعة اثنتين اثنتين ، تفصل الزوج عن الزوج الذي يليه ، دائرة من اللّبّاد المشرب بماء حمضي . فإذا وُصِلت أولى اسطوانات العمود وهي ( الفضيّة ) ، بآخر اسطوانة فيه ( وهي الزنكيّة ) ، بواسطة سلكٍ ما ، مرّ في ذاك السلك تيار...

عُرِضَتْ « بطّارية فُلْطَا » هذه ، في مطلع عام ١٨٠٠ ، فأمنت لصاحبها الشهرة والمجد . حتّى ذلك التاريخ ، لم تكن زجاجة « ليدي » المعروفة « بالجرة الكهربائيّة » ، ولم تكن آلات الحكّ ، كآلة « رافِسْدن » ، قد استطاعت أن تعطي أكثر من دُفَعاتٍ كهربائيّة متقطّعة . أمّا الآن ، فقد صار بالإمكان توليد تيار كهربائيّ متّصل . « بيطّارية فُلْطَا » ، وُلِدَت وسيلة درسٍ جديدة ، ستكون مُنْطَلَقاً لتطبيقات لا حصر لها !

ما عُرِفَتْ البطّارية ، حتّى غَدَت موضوع تجاربٍ مدهشة : فعندما كانت



تُسَلَّط البطَّاريَّة على جُثْثٍ لم يَمُرَّ على وفاة أصحابها غيرُ ساعات ، « كانت هذه الجُثْثُ تنتصب ، وتحرك أطرافها ، وتتلوَّى بشكل مخيف ... »



بطَّاريَّة غستون بلاتني ١٨٨٠

بطَّاريَّة ذات أوعية منفصلة ،  
في مجموعة

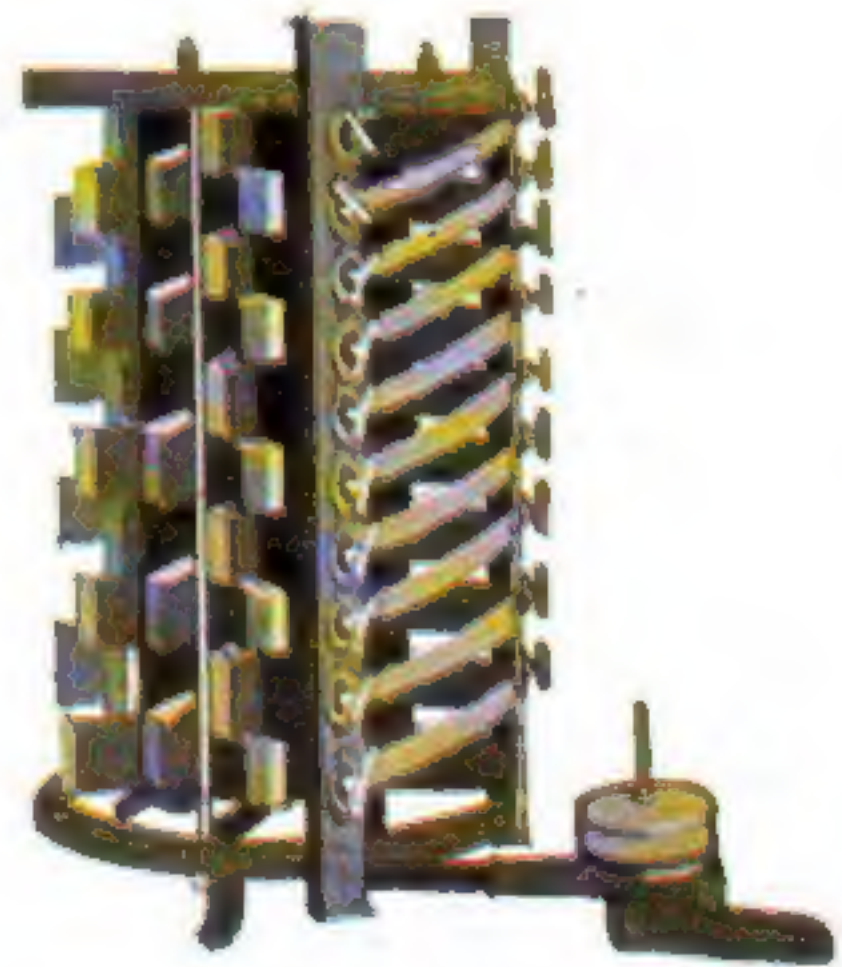
ذاعت شهرة « فلطا » ، وغمره بونابرت بمظاهر التكريم والتقدير ، ودعاه إلى قصر « التويلري » عام ١٨٠١ ، ليقوم باختباراته ، أمام لجنة خاصَّة من معهد العلوم ، ثم خصَّه بمنحة شهرية منتظمة ، ورفعَه إلى منصب مَشِيخَةٍ (٥) مملكة إيطاليا ، ومنحه لقب « كُونت » . بعد ذلك بقليل ، أمر بونابرت بأن يُجهَّز معهد الهندسة العالي (معهد البوليتكنيك) ، ببطَّاريَّة ضخمة من ستِّ مئة عنصر أو اسطوانة . وفي انكلترا ، صُنِعَت بطَّاريَّة أخرى أضخم من السابقة ، بلغ عدد عناصرها الألفين ، وقُدِّمَت إلى « ديفي » ، الذي استطاع بفضلها ، عام ١٨١٢ ، أن يُفجِّرَ بين فحمتيها قوساً كهربائية .



بطَّاريَّة جافة



كبسولة من نحاس  
قضيب غرافيت  
إلكتروليت  
مانع للاستقطاب  
انبوبة زنك



بطَّاريَّة حرارية كهربائية تحمي بالغاز

أمَّا اليوم ، فبين أيدينا ، وفي خدمتنا ، نماذجٌ متعدِّدة من البطَّاريَّات ، منها البطَّاريَّات الجافة المصنوعة لمصابيح الجيب ، ولأجهزة الراديو و « الترانزستور » .

بعضُ نماذج من البطَّاريَّات . تتولَّد الطاقة الكهربائية في بطَّاريَّاتنا الجافة العادية الحديثة ، كما كانت تتولَّد في بطَّاريَّة « فلطا » ، من تفاعل كيميائيٍّ يرافقه تحرُّر إلكترونات ، إلَّا أنَّ السائل الذي تحتويه ، يبقى مستقرّاً جامداً ، بفضل إحدى الموادِّ الماصة ، كمنشأة الخشب ، أو أيِّ مادةٍ أخرى جيلائيَّة .



### التفسير

- ١- نقاش : خلاف في الرأي ، والتعبير عنه .
- ٢- السائب : ما ليس جامداً أو غازاً .
- ٣- يدين له العلم : يعترف له بدين أو فضل .
- ٤- عكف على : مال الى ، أكبَّ على .
- ٥- منصب مشيخة : رتبة تعطي صاحبها حق عضوية مجلس الشيوخ .

### الاسئلة

- ١- ماذا لاحظ « غلفاني » على أفخاذ الضفادع ؟ وكيف فسّر ذلك ؟
- ٢- ماذا لاحظ « فلطا » بشأن الكهرباء ؟ وكيف فسّر ظاهره انتفاض أفخاذ الضفادع ؟
- ٣- صفر بطارية « فلطا » .
- ٤- ما الجديد الذي وفّره هذه البطارية ؟
- ٥- هل كان بونابرت يقدر العلماء ؟ أثبت ذلك .



بطارية فلطا ١٨٠٠





## عيدان الثَّقَاب

كانت عيدان الثَّقَاب الأولى تلك القطع الخشبيّة الصغيرة الطريئة التي كُبرت<sup>(١)</sup> طرفاها ، وراح الباعة المتجولون يبيعونها في شوارع روما القديمة . ( كانت روما تستقدم الكبريت من الأراضي الكبريتيّة في صقلية ) . طبعاً لم تكن هذه العيدان تشتعل من ذاتها ، بل كانت وظيفتها نقل النار من موقد إلى آخر .

لم تظهر عيدان الثَّقَاب الحقيقيّة الأولى المعروفة « بالكيميائيّة » ، إلا في القرن

التاسع عشر . فسنة ١٨٠٥ خطر للكيميائيّ الفرنسيّ « شَنِيل » أن يطلي طرفاً من أطراف الأرومات<sup>(٢)</sup> المعدّة للأحراق ، بمعجون مكوّن من الكبريت و « كلورات البوتاسيوم » يشتعل إذا لامسته خرقة مبلولة بحامض الكبريت ؛ ولم يكن هذا المعجون يخلو من الخطر بالنسبة إلى من يستعمله . وسنة ١٨١٦ ، صنع « ديرون » عود الثَّقَاب الفسفوريّ الذي يشتعل بالحك ، وسرعان ما تبين أنّه غير عمليّ تماماً . وعام



١٨٣١ ، توصل كل من الفرنسي « شارل سوريا » ، والنمساوي « فون رومر » - وقد عمل كل منهما في ناحيته - إلى ما هو أفضل كثيراً ، إذ زودا العود « بزر » مركب في الأساس من الفسفور الأبيض وكلورات البوتاسيوم . بذلك تم إرساء<sup>(٣)</sup> المبادئ الأساسية ، لصناعة عيدان الثقاب ، ولم يبق إلا أن تطوّر التحسينات التي ستظهر خلال الأعوام التالية .

وأهم ما سيتناوله البحث العلمي الفسفور الأحمر ، وهو توءم الفسفور الأبيض الذي استعمل حتى ذلك التاريخ ، بالرغم مما كان يرافق استعماله من عقبات<sup>(٤)</sup> ومخاطر ، نظراً لسرعة التهابه البالغة ، وللأذى الناتج عن معالجته . سنة ١٨٧٠ صُنعت العيدان التي عُرفت « بعيدان الأمان » الخالية من الفسفور والتي ما كانت تشتعل إلا بعد حكّها بمحكّ داخله فسفور أحمر . وأخيراً عام ١٨٩٧ ، استعمل الفرنسيان « سيفن » و « كاهن » « سيسكيسلفور الفسفور » لصناعة العيدان التي تشتعل عند ملامسة أي سطح خشن .

في فرنسا ، حيث صناعة عيدان الثقاب وبيعها موضوعا احتكار ، لم تعد مصلحة

استثمار صناعة التبغ وعيدان الثقاب (SEITA) تُنتج غير عيدان أمان . فزُرّ العود مركب تركيباً معقداً ، لأن المزيج الذي يُطلى به طرف العود ، بعد بلّهِ بالبارافين الذي ينقل اللهب إلى الخشب ، لا يتضمّن أقلّ من ست مستحضرات معدّلة<sup>(٥)</sup> تعديلاً علمياً دقيقاً وهي : كلورات البوتاسيوم ، وبيأكسيد المغنيزيوم وبيكرومات البوتاسيوم ، وسلفور الأثمد (antimoine) والجيلاتين ومسحوق الزجاج الذي يقوم بدور الحك ويعطي الزرّ الخشونة المطلوبة . هذا مع العلم بأن خشب الحور المستعمل من نوع ممتاز يُختار بدقة . أمّا محكّ<sup>(٦)</sup> العلبة التي تُباع فيها العيدان ، فهو مركب من فسفور غير متبلور ومن مادة خشنة حاكّة جمّع بينهما صمغ .

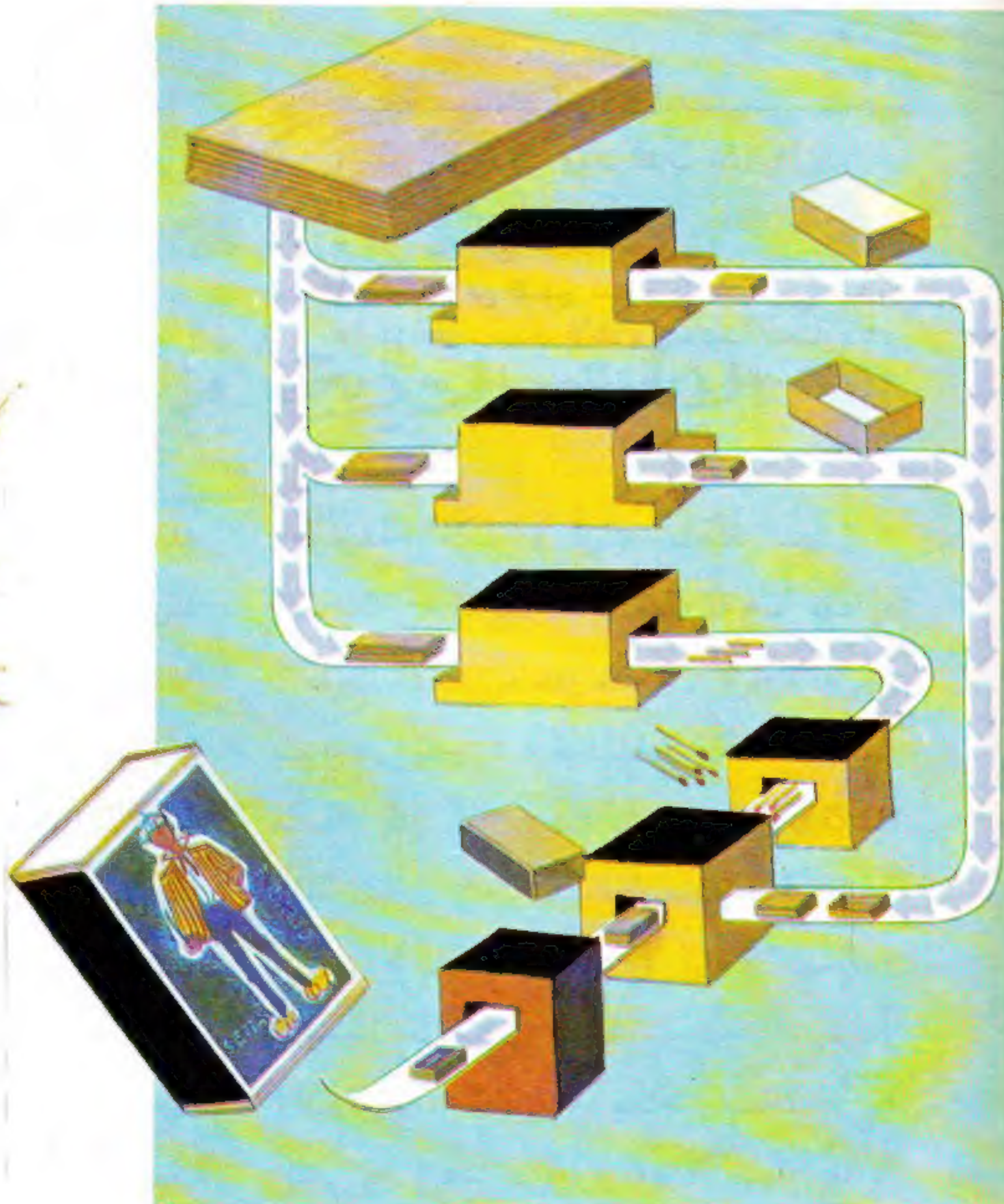
والجدير بالذكر أنه بالرغم من المنافسة التي تقوم بها القداحة ، وبالرغم من حلول عهد الطباخ الكهربائي وفرن الغاز ذي الإشعال الآلي ، لا يزال استهلاك عيدان الثقاب السنوي في العالم ضخماً جداً ، فهو في فرنسا مثلاً يبلغ ٨٠ ملياراً ، ويبلغ ٤٥٠ ملياراً في الولايات المتحدة ...



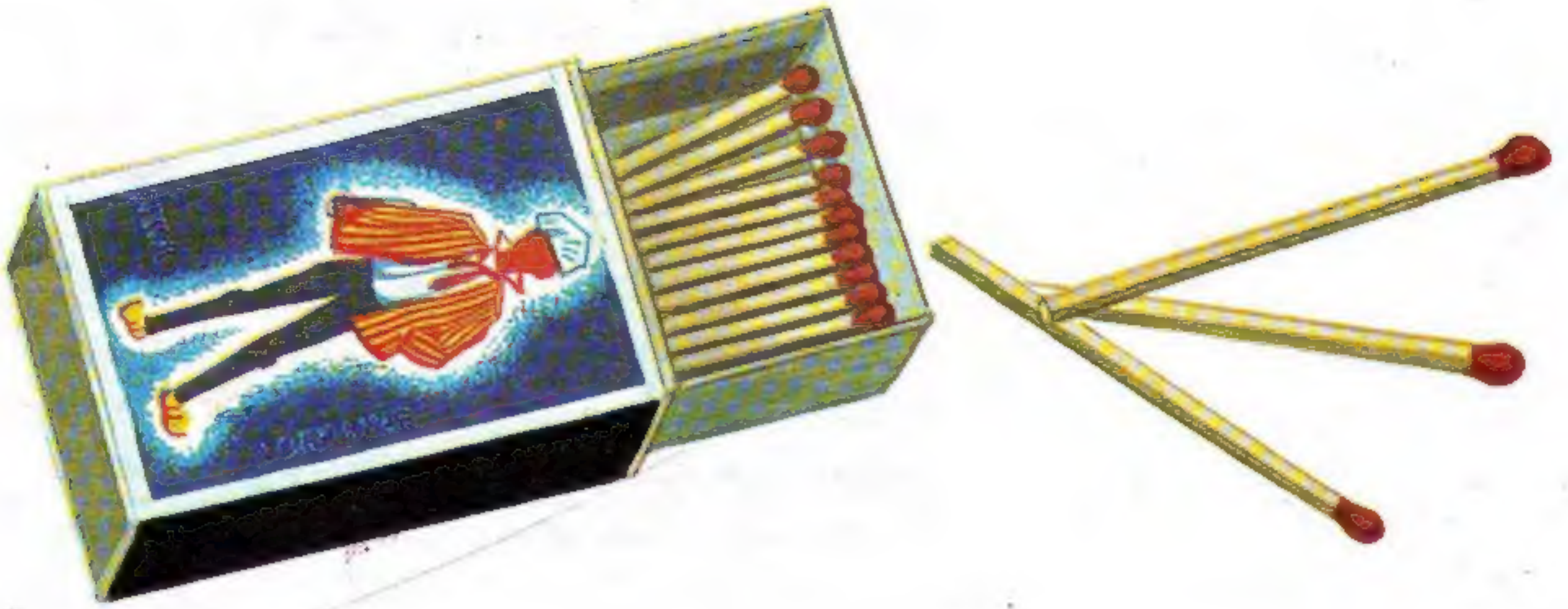
صورة بيانية لصناعة عيدان الثقاب وعليها .

تحت ، الى اليسار :

هيكل شجرة الحور المعتمدة لصناعة العيدان في البلدان الشمالية خاصة ، كما تبدو في الشتاء . - لا بد من الملاحظة هنا ، بان الكرتون يميل الى الحلول محلّ الخشب في صناعة العلب . أما كيفية الحصول على العيدان الخشبية فتجري على النحو التالي : تبرى جذور الحور ألواحاً خشبية رقيقة ، ثم تُكَدَّس الألواح ثم تمرّ تحت مقصلة فتفرم عيداناً رفيعة تنتقل الى آلة أخرى تلبسها معجوناً يجفّ فيعرف « بالزر » أو « بالرأس » .







### الاسئلة

- ١- أين ومتى عُرِفَت عيدان الثقاب الأولى ؟
- ٢- ماذا فَعَلَ « شَنِيل » ؟
- ٣- مَنْ صَنَعَ عود الثقاب الفسفوري ؟
- ٤- أَيُّ نَوْعٍ مِنَ الفسفور اسْتَعْمَلَ أَوَّلًا ؟ ما هِيَ مَضَارُّهُ ؟
- ٥- بِمِ تَمْتَاز « عيدان الأمان » ؟ وكيف تَشْتَعَلُ ، ؟
- ٦- أَيُّ دَوْرٍ يَلْعَبُ مَسْحُوقُ الزجاج فِي الطلاء الكبريتي ؟

### التفسير

- ١- كَثُرَتِ العودَ : طلاء بالكبريت .
- ٢- الأرومة : الجُدْعُ ، أصل الغصن .
- ٣- إرساء : مصدر أرسى الشيء : رَكَزَهُ .
- ٤- عَقَبَات : جمع عَقْبَةٍ : صَعُوبَةٍ .
- ٥- مَعْدَلَةٌ : ممزوجة بناءً لنسب مَعْيَنَةٍ .
- ٦- مَحَكُ العَلْبَةِ : موضع حَكِّ العيدان .





كان بعض العلماء المشهورين قد تنبأ بموت المسافرين اختناقاً في الأنفاق ، وبتسمُّم الهواء بالدخان الناتج عن احتراق الفحم . ولذا ، عندما أراد « ستيفنسن » أن يقوم بأولى تجارب قاطرته في انكلترا ، اضطرَّ الى اعتماد أحد أبطال المصارعة الأشداء ، لتأمين حماية معدّاته . قيل عنه إنه مجنون ، ولكن المستقبل أعطاه ملة الحق .

قطار « باريس - روان » ( ١٨٤٤ )

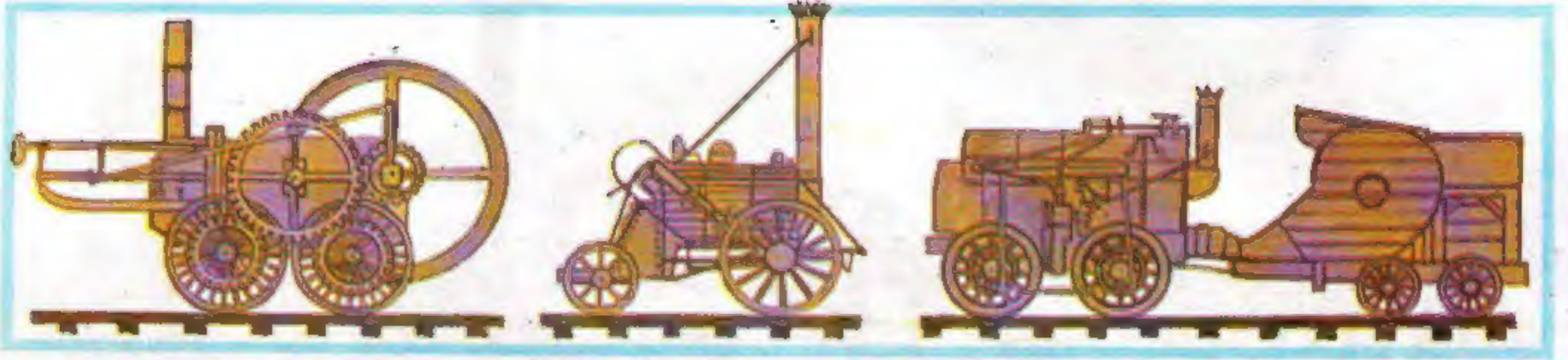
## السكك الحديدية والقاطرة البخارية

هذه الأخاديد ، لنقلها من بحر الى آخر ، عبر « برزخ كورنثيا » . ابتداءً من القرن السادس عشر ، ظهرت السكك في المناجم الألمانية والانكليزية ، تسهيلاً لحركة الطنابر المحملة بالفحم الحجري . صُنعت هذه السكك من الخشب ، ثم من الحديد الصب ( الفونت ) .

أما القاطرات الأولى ، فقد وُلدت بُعِيدَ ان بنى « نقولا كونيو » عربته البخارية الثقيلة الأولى : كانت تلك القاطرات

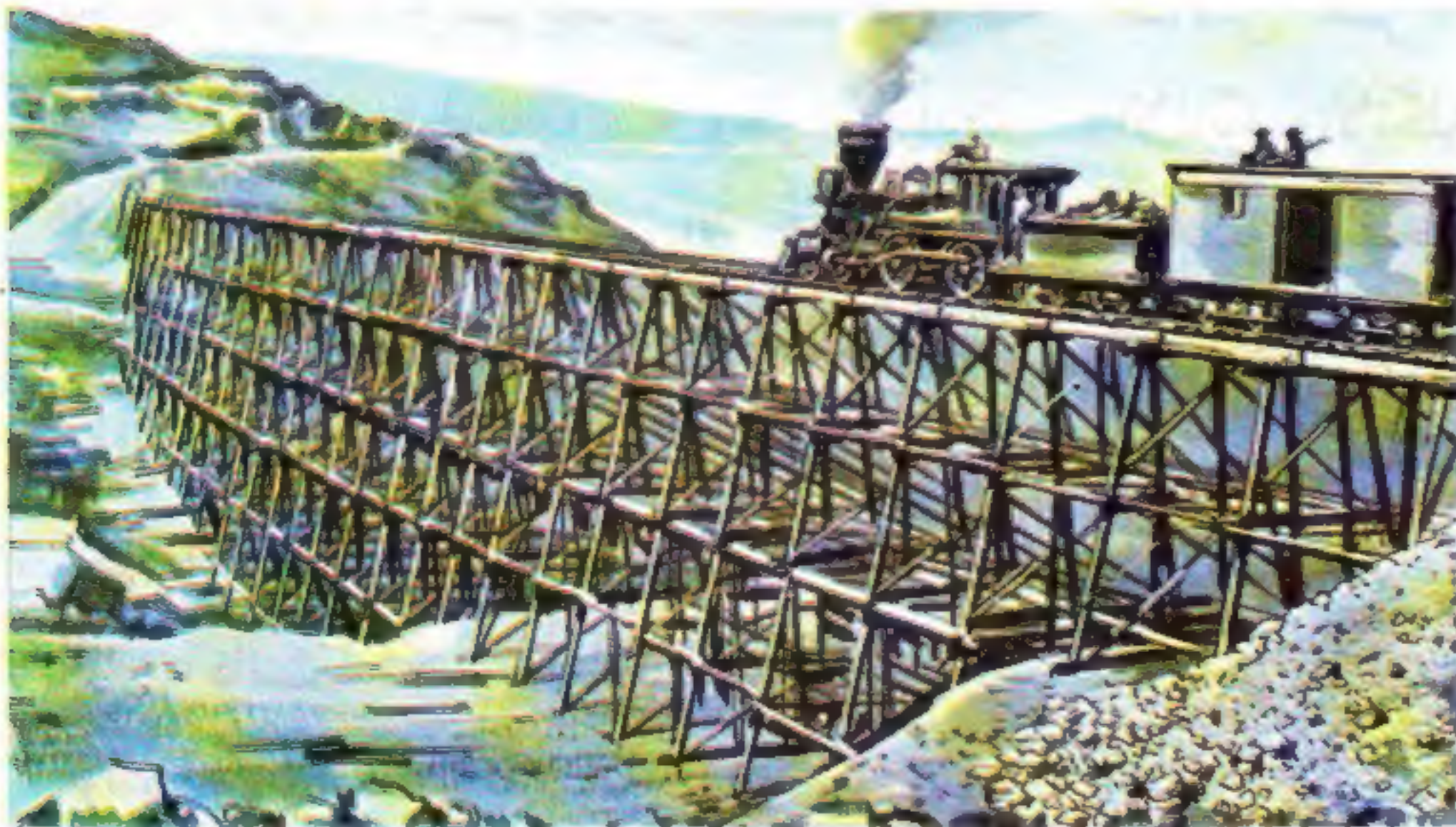
لقد غدت عبارة « السكة الحديدية » مرادفةً تمام المرادفة « لمجموعة من العربات تجرّها قاطرة » ؛ فلم يعد من الخطأ القول : « ركب السكة الحديدية » ، وحتى « رأيت السكة الحديدية تمرّ » ... إلا أن السكة الحديدية سبقت القاطرة بزمن . ألم تظهر معالمها الأولى في العهد القديم ، بصورة أخاديد<sup>(١)</sup> حُفرت عمداً في صفائح الحجارة التي كانت تكسو الطرقات الرومانية ؟ الواقع أنهم كانوا يدفعون السفن على مثل





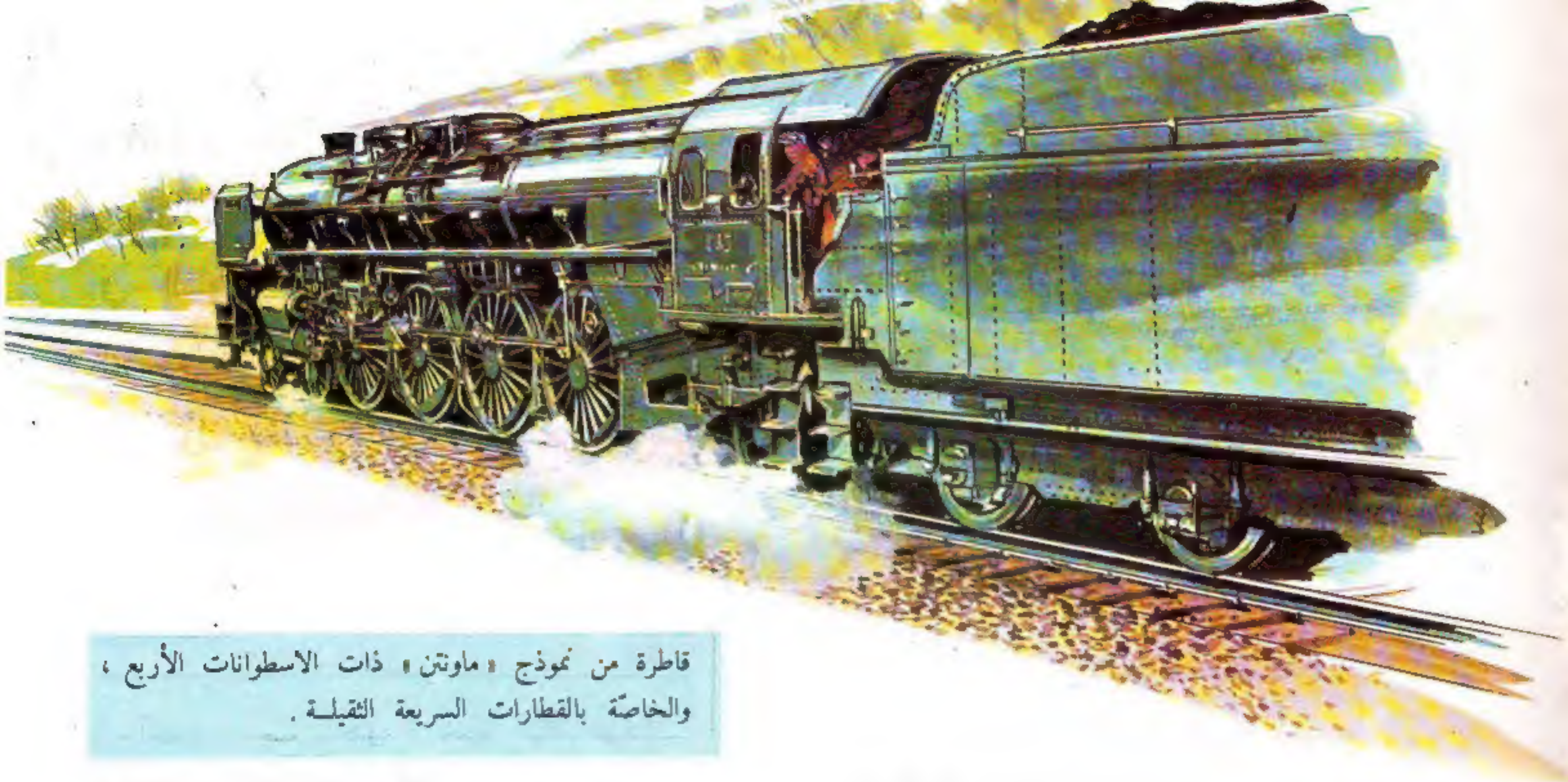
فيما زوّد « برانثن » جهازه بـ«بغصي» تعمل على طريقة قوائم الفرّس ! أمّا « وليم شابمان » فقد ألغى القاطرة بكل بساطة ، وأبدلها بمجموعة من الآلات الثابتة التي وُضِعَت بين مسافة وأخرى على طول الخط ، والتي كانت تشدُّ قافلة العربات بواسطة حبل ... وأخيراً لُوْحِظَ أنّه لو أُعْطِيت القاطرة وزناً كافياً ، لتمكّنت من الجري دون التعرّض للانزلاق .

عربات تتحرّك بالطريقة عينها ، وقد بناها « أولفر إلفانز » في الولايات المتحدة ( ١٨٠٤ ) و « ريتشارد تريفيتيك » و « دي فيليان » في إنكلترا . ولقد اعتمد هذان الأخيران السكك المستعملة في المناجم . ثم قلق المسؤولون من انزلاق الدواليب على السكك الصقيلة ، عندما يُفرض على العربات أن تجرّ أحمالاً ثقيلة ؛ فزوّد « جون بلانكنسوب » جهازه بدولاب مسنّن يتشبّك بسكة مسنّنة ،



قاطرة « موفي تانك » التي أسهمت في ملحمة الغرب الأمريكيّ بكاملها .





قاطرة من نموذج «ماوتن» ذات الاسطوانات الأربع ،  
والخاصة بالقطارات السريعة الثقيلة .

أما مبتدع الجرّ بقوة البخار على السكة الحديدية ، فلسوف يكون ، في الحقيقة ، الانكليزي « جورج ستيفنسن » ( ١٧٨١ - ١٨٤٨ ) . ان ابن السائق البسيط العامل في احد المناجم ، أكبَّ على العلم بشغف ، وتعلَّم على نفسه ، فصار مهندساً ، وبنى آلةً أولى عُرفت باسم « بلاتشر » ، وقد جُرِّبت بنجاح سنة ١٨١٤ . وما لبثت ان تلتها قاطرة أخرى جرَّت ، عام ١٨٢٥ ، أولَ قطارٍ للركاب على خطِّ « ستوكتن - درلنتن » . ثم خطرت « لستيفنسن » فكرته الموفِّقه في توجيه أنبوب نفثٍ (٢) البخار داخل المدخنة ذاتها ، ممَّا ضاعف قوة سحب النار ، كما طبَّق على آله البخارية

هذه مبدأ التحمية الأنبوية التي يعود فضلُ ابتكارها إلى المهندس الفرنسي « مارك سيفان » ، الذي ابتدع كذلك الجسور المعلقة . ودُعيت القاطرة المطورة (٣) هذه « ذي روكت » أو « الصاروخ » . وهي ، في الحقيقة ، قاطرة قادرة على قطر حمولة تقارب ١٣٠٠٠ كيلو ، بسرعة ٢٤ كلم في الساعة ، فربحت قصب السبق في مباراة « رينهيل » عام ١٨٢٩ ، وقد توفرت فيها عناصر القاطرات الحديثة الهامة كلها .

ومن الأعمال الضخمة التي قام بها « جورج ستيفنسن » بناء الخط الحديدي بين « ليفربول ومانشستر » ( ١٨٢٦ -



١٨٣٠) بكلّ ما فيه من الأعمال الفنيّة والشارات الضروريّة . هذا ، وقد لَزِمَ اسمه في الشهرة اسمُ ابنه روبرت ، مخترع الجسور الانبويّة التي أكسبته شهرته .  
أول خط حديديّ انطلق من باريس ،

كان خط « سان جرمان أنلي » الذي دشّن عام ١٨٣٧ . هذا ، ولن تلبث الخطوط الحديدية أن تغطّي العالم بأسره ، حتى لتقدّر شبكتها اليوم بأكثر من مليون كيلومتر !

#### التفسير

- ١- أخاديد : جمع أخدود : حفرة ضيقة طويلة .
- ٢- النَّفث : قذف البخار بقوة .
- ٣- المطوّرة : المحسّنة .

#### الاسئلة

- ١- ما هو أصل السكك في التاريخ الروماني ؟ اذكر مثلاً عليها .
- ٢- من بنى أولّ عربة بخاريّة ثقيلة ؟
- ٣- كيف حاول المخترعون منع القاطرة من الانزلاق ؟
- ٤- كيف تعلّم جورج ستيفنسن ؟ وما هي الأعمال المدهشة التي حقّقها .
- ٥- ما نفع تحويل البخار المنفوث إلى مدخنة القاطرة ؟



### ولادة حضارة

- ١ - من المبرم القطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • التدوير جهاز نقل • طيارة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرق • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحمينا من الأرض • الصابون والظفافة للناس

### التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطحونة المائية والطحونة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غدا
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البرصيلة • طوق الكشفيين • في طقم الفرس • خداس للمرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذا الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المظلة إلى الدبابة • آلات إبداء الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • المبرر في سيطرته على المناهي الصفر • ميزان الضغط

### من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "السامفاهة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروعة والطلاق المدامة ... • من عربة "كونيو" البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • "شاربي" "فرنكلين" • من المنظار إلى الباليونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "شباب" • من النسيج البدائي إلى نول الميكة • الدبابة الأولى وذئبتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستيكوب" • ألعاب المحفزات التي تعتمد بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي يخترع رسام ... • آلة الخياطة • عذسة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبيخ المتدرج

### العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للبناء والضراء • حفرة آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البزد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيتم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البزد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الضوئوغراف الهائي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • أنبوب أشعة إكس يقرأ الكثافة
- ٢٣ - من الفستكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطوايف تخفق بالأمال الرجبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذاحة • الاتصالات البعيدة التي تنقل على موجات الاثير • الباليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يهزج • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

### من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشافات الجزيئات الدقيقة • المرفعية الذرية • المبرر الإلكتروني عين قارة على روية الفيزياء
- ٢٧ - الرادار الشاهر • من الأبيق القديم إلى أبراج مصابي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تولد فير طاقة الشمس

أرسى القرب الشامن عشر علم الكهربية ، وأطلق أولى السفن البخارية ،  
والمناطيد والغواصات الأولى . وشاهد القرب التاسع عشر الثورة الصناعية  
بفضل البخار والكهربية والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :  
من القاطرة والسكة الحديدية الثقاب ، ومن التلفاز إلى التصوير  
الشمسي ، ومن الدبابة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت  
رسوم : ب. يوبست  
ترجمة وإعداد : سهيل سمحة